

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-137860

(43)Date of publication of application : 26.05.1998

(51)Int.Cl.

B21D 22/20  
B21D 22/26  
C22C 21/06  
// B21D 26/02

(21)Application number : 08-291635

(71)Applicant : SHINKO ALCOA YUSO KIZAI KK  
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 01.11.1996

(72)Inventor : YOSHIKAWA AKINORI  
MATSUI KUNIAKI  
SATO AKIHITO  
TAMADA KENJI

## 54) OPPOSED HYDRAULIC FORMING METHOD OF AL-MG ALUMINUM ALLOY PLATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an opposed hydraulic forming method of an Al-Mg alloy plate capable of working products having a complicated shape with high formability and in particular sufficiently restraining the S-S mark in the case of forming a member having a recessed shape in a punch side by using the opposed hydraulic forming method being effective for improving the formability of the aluminum alloy plate.

SOLUTION: In the opposed hydraulic forming method of the Al-Mg aluminum plate containing, by wt.,  $\geq 2.0\%$  Mg, when the final hydraulic pressure is meant by  $P_e$  and the final forming depth is meant by  $D_e$ , the final hydraulic pressure  $P_e$  is specified to be  $\geq 30\text{Kg/cm}^2$ . Also, the hydraulic pressure  $P$  to the forming depth  $D$  is varied with a pressure intensifying pattern or a pattern combined pressure intensification and a constant pressure satisfying the relationship of  $(20 P_e) D / D_e - 19 P_e \leq P \leq (5 P_e) D / (4 D_e)$  and  $0 \leq P \leq P_e$ .

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-137860

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 2 1 D 22/20

B 2 1 D 22/20

F

22/26

22/26

E

D

C 2 2 C 21/06

C 2 2 C 21/06

// B 2 1 D 26/02

B 2 1 D 26/02

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平8-291635

(22) 出願日

平成 8 年(1996)11月 1 日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成 8 年10月15日  
 社団法人日本塑性加工学会発行の「第47回塑性加工連合  
 講演会講演論文集」に発表

(71) 出願人 592260310

神鋼アルコア輸送機材株式会社  
 東京都千代田区丸の内 1 丁目 8 番 2 号

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 吉澤 成則

栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神  
 戸製鋼所真岡製造所内

(72) 発明者 松井 邦昭

栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神  
 戸製鋼所真岡製造所内

(74) 代理人 弁理士 藤巻 正憲

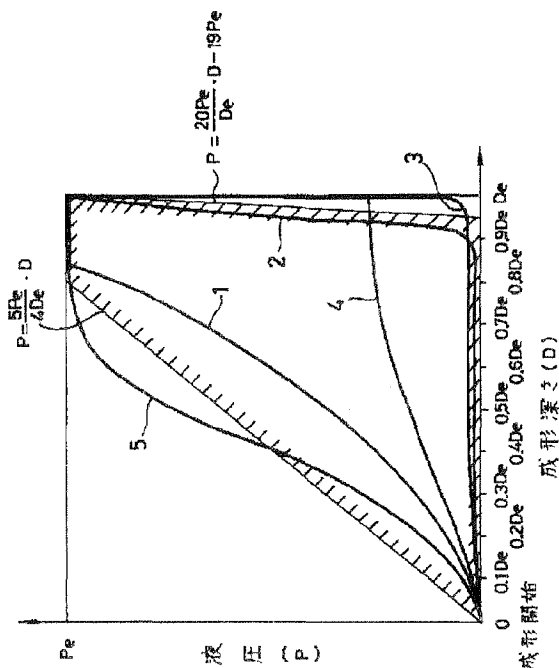
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 A l - M g 系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法

(57) 【要約】

【課題】 アルミニウム合金板の成形性向上に有効である対向液圧成形方法を使用して、複雑な形状を有する製品を高成形性で加工することができ、特にボンチ側に凹形状を有する部材を成形する際に S - S マークを十分に抑制することが可能な A l - M g 系合金板の対向液圧成形方法を提供する。

【解決手段】 M g を 2 . 0 重量%以上含有する A l - M g 系アルミニウム合金板を対向液圧成形する方法である。最終液圧を  $P_e$ 、最終成形深さを  $D_e$  としたとき、最終液圧  $P_e$  を  $30 \text{ kg/cm}^2$  以上とする。また、成形深さ  $D$  に対して液圧  $P$  を、 $(20 P_e) D / D_e - 19 P_e \leq P \leq (5 P_e) D / (4 D_e)$  及び  $0 \leq P \leq P_e$  の関係を満たして、増圧パターン又は増圧と一定圧とを組み合わせたパターンで変化させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Mgを2.0重量%以上含有するAl-Mg系アルミニウム合金板を対向液圧成形する方法において、最終液圧を $P_e$ 、最終成形深さを $D_e$ としたとき、最終液圧 $P_e$ を $30\text{ kg/cm}^2$ 以上とし、成形深さ $D$ に対して液圧 $P$ を、 $(20P_e)D/D_e - 19P_e \leq P \leq (5P_e)D/(4D_e)$ 及び $0 \leq P \leq P_e$ の関係を満たして減圧しないように変化させることを特徴とするAl-Mg系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法。

【請求項2】 前記液圧 $P$ は成形深さ $D$ が $0.8D_e$ 以上 $D_e$ 未満になるまで連続的に最終液圧 $P_e$ まで増大させ、その後、最終液圧 $P_e$ を保持して最終成形深さ $D_e$ まで成形することを特徴とする請求項1に記載のAl-Mg系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法。

【請求項3】 前記液圧 $P$ は成形深さ $D$ が $0.9D_e$ 以上 $D_e$ 未満になるまで $0.1P_e$ 以下の液圧で成形し、その後、液圧 $P$ を最終液圧 $P_e$ まで上昇させて最終成形深さ $D_e$ まで成形することを特徴とする請求項1に記載のAl-Mg系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はMgを2.0重量%以上含有するAl-Mg系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法に関し、特に自動車用外板等のように外観が良好であることを必要とし、ポンチ側に凹形状を有する部材を成形する際に高成形性を有し、S-Sマークを抑制することができるAl-Mg系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】CAFE (Corporate Average Fuel Economy) 規制等に適合させるため、自動車産業においては、自動車の軽量化及び低燃費化を実現すべく素材のアルミニウム化が推進されてきている。しかし、アルミニウム合金板は鋼板に比べて成形性が悪く、かつ、特にMgを2%以上含有するアルミニウム合金板においては、強度が高いものの、成形後のサンプル表面にS-Sマークといわれる表面欠陥が発生し、製品の外観性を悪化させるという問題が生じている。

【0003】そこで、自動車用外板及び内板等の複雑な形状の成形に関して、成形性が優れた対向液圧成形法の適用が注目されている（例えば、特公昭57-7809号、特公平3-32406号）。この対向液圧成形方法は、しわ押さえとポンチと液圧ドームにより成形する方法であり、ダイを使用せずに液圧によって成形するものである。この液圧成形法においては、液圧を付加することにより、素材とポンチとの間の摩擦抵抗が大きくなる摩擦保持効果と、素材とブランクホルダとの間の摩擦抵抗が低減される摩擦低減効果が得られ、前者の摩擦保

持効果により素材の均一変形が促進され、後者の摩擦低減効果により素材の流れ込みが促進されるため、成形性を向上させることができる。

【0004】しかし、現状の実部品の対向液圧成形においては、液圧の最適パターンが未だ確立されておらず、このため、下死点でのみ液圧を付加するパターンが通常となっている。

【0005】また、S-Sマークを抑制するために、アルミニウム合金板の素材面からも対策がとられており、例えば、特開平2-290953号、特開平4-147952等に関示されているように、組成の調整及び中間焼鈍の実施により、S-Sマークを抑制する技術が公知である。また、レベラーなどによる予備ストレッチにより、加工ひずみを与えておくことによりS-Sマークを抑制する方法も公知である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする問題点】しかしながら、対向液圧成形方法によるアルミニウム合金板の成形は、対称形のポンチを使用した小型プレスにおける成形条件を研究した報告例はあるが、実機レベルでの対向液圧成形技術に関する最適な成形条件は未だ不明である。

【0007】前述のごとく、自動車外板の対向液圧成形で成形終了後の下死点にて液圧を付加する液圧パターンを用いた場合には、成形品表面、特にポンチ側に凹形状を有する部位においてS-Sマークが顕著に発生するという問題点が生じている。

【0008】一方、素材の面からのS-Sマーク防止対策としては、中間焼鈍及び予備ストレッチ等が実施されているが、中間焼鈍の実施により固溶Mgが減少して強度が低下したり、予備ストレッチを行うことにより強度が過度に増加してしまい成形性が低下する等の問題が生じてしまい、素材面の改善のみでは十分にS-Sマークを抑制できていないのが現状である。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、アルミニウム合金板の成形性向上に有効である対向液圧成形方法を使用して、複雑な形状を有する製品を高成形性で加工することができ、特にポンチ側に凹形状を有する部材を成形する際に高成形性を有しS-Sマークを十分に抑制することが可能なAl-Mg系合金板の対向液圧成形方法を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係るAl-Mg系合金板の対向液圧成形方法は、Mgを2.0重量%以上含有するAl-Mg系アルミニウム合金板を対向液圧成形する方法において、最終液圧を $P_e$ 、最終成形深さを $D_e$ としたとき、最終液圧 $P_e$ を $30\text{ kg/cm}^2$ 以上とし、成形深さ $D$ に対して液圧 $P$ を、 $(20P_e)D/D_e - 19P_e \leq P \leq (5P_e)D/(4D_e)$ 及び $0 \leq P \leq P_e$ の関係を満たして減圧しないように変化させることを特徴とする。

【0011】このAl-Mg系アルミニウム合金板の対向液圧成形方法において、前記液圧Pのパターンは、成形深さDが0.8De以上De未満になるまで連続的に最終液圧Peまで増大させ、その後、最終液圧Peを保持して最終成形深さDeまで成形するものとすることができる。

【0012】また、前記液圧Pのパターンとしては、成形深さDが0.9De以上De未満になるまで0.1Pe以下の液圧で成形し、その後、液圧Pを最終液圧Peまで上昇させて最終成形深さDeまで成形するものとする

【0013】上記条件で対向液圧成形法によりアルミニウム合金板を成形することにより、複雑な形状であってもS-Sマークの発生が防止され、成形性が向上する。

【0014】

【発明の実施の形態】本願発明者等は、対向液圧成形方法によりポンチ側に凹形状を有するアルミニウム合金部材を成形する際に、高成形性を保持しつつS-Sマークを抑制するための成形条件を検討した結果、その成形深さDに対する液圧Pのパターンが下記範囲に入るものである場合に、成形性が向上すると共に、S-Sマークを防止できることを見いだした。即ち、横軸に成形深さDをとり、縦軸に液圧Pをとって、成形開始点を原点とする座標軸を考えた場合、液圧Pが最終液圧Pe (kg/cm<sup>2</sup>)まで増加し、成形深さDが最終成形深さDeに到達するまでに、液圧Pは下記数式で表される範囲内に

【0015】

【数1】 $P \leq (5Pe) D / (4De)$

【0016】

【数2】 $P \geq (20Pe) D / De - 19Pe$

【0017】

【数3】 $0 \leq P \leq Pe$

【0018】但し、最終液圧Peとは、対向液圧成形を行う際の最大液圧値であり、プレスの下死点(最終成形深さDe)に至る途中で最終液圧に達した場合は、その圧力がプレス下死点Deまで保持される。

【0019】図1は数式1~3の条件を図示したグラフ図である。この図1にハッチングにて囲んだ領域内で、成形深さDに対して液圧Pを変化させることにより、S-Sマークの発生を防止することができる。

【0020】また、最終液圧Peは30kg/cm<sup>2</sup>以上とする必要がある。上記範囲内で、30kg/cm<sup>2</sup>以上の最終液圧Peになるまで連続したパターンで液圧が変化することにより、成形性が向上し、S-Sマークの発生が防止される。

【0021】液圧Pが数式1の範囲を超えたパターンで変化すると、過大な液圧を印加されたために、摩擦低減効果が大きくなりすぎ、これにより、素材の流れ込みが多くなり、しわが発生する。このしわが素材の流れ込み

を抑制することにより割れが発生し、成形が不能になってしまう。また、金型及び液圧付加のタイミングにより、逆張り出し現象が発生し、それにより割れが発生してしまう。

【0022】一方、液圧Pが数式2の範囲を下回ると、摩擦低減効果が低下することにより割れが発生しやすくなる。また、液圧を付加するタイミングが遅れることにより、特に、ポンチ側に凹形状を有する部位においては、ポンチにより対向液圧成形法ではない通常の成形法の場合と同様に、素材に歪み加わる。そして、ポンチによる押圧力に遅れて、液圧の付加により、更に凹部の成形が行われることになり、実質的な凹部近傍の歪み速度が低下し、S-Sマークが発生しやすい条件となる。實際上、成形品の表面にはS-Sマークが部分的に発生してしまつた。

【0023】なお、液圧Pは正圧(0kg/cm<sup>2</sup>以上)であることが必要であり、更に対向液圧成形法においては、最終液圧Peが最大液圧であることから、液圧Pは前記数式3を満たす必要がある。

【0024】一方、最終液圧Peを30kg/cm<sup>2</sup>以上としたのは、最終液圧Peが30kg/cm<sup>2</sup>未満であると、複雑な形状の加工が困難になると共に、素材と金型との間の摩擦保持効果及び摩擦低減効果が不足して割れが発生しやすくなる。このため、最終液圧Peは30kg/cm<sup>2</sup>以上とする。

【0025】また、上記範囲内の液圧パターンは、液圧の特異点がないように連続的に変化し、又は一定を保持するものであり、更に、液圧の変化は減圧しないものである。即ち、液圧は上記範囲内で、増大させるか、又は一定のままであり、減圧させないことが必要である。液圧パターンの中に、液圧が減少するパターンが加わると、素材と金型との摩擦保持効果及び摩擦低減効果が減少し、割れが発生しやすくなり、アルミニウム合金板の成形が困難となる。

【0026】例えば、この液圧パターンとしては、成形深さDが0.8De以上De未満になるまで液圧Pを連続的に最終液圧Peまで増大させ、その後、最終液圧Peを保持して最終成形深さDeまで成形するものがある。この液圧パターンを使用すると、十分な摩擦保持効果と摩擦低減効果により、高成形性が得られる。また、特に、凹形状を有する金型の場合、凹部と素材が早期に密着することにより歪み速度が増加し、S-Sマークが顕著に低減される。

【0027】また、前記液圧Pのパターンとして、成形深さDが0.9De以上De未満になるまで0.1Pe以下の液圧で成形し、その後、液圧Pを最終液圧Peまで上昇させて最終成形深さDeまで成形するようにすることもできる。特に、ポンチとダイスのクリアランスが大きい場合、ポンチ側壁部に極端な凹凸がある金型の場合、及び素材強度が高くしわが発生しやすい場合は、初

期から液圧を上昇させると、しわが成長したり、凹凸部にて素材の流れが止まってしまい、割れが発生してしまうが、この液圧パターンを使用すると、しわの発生及び素材の流れ込みの抑制が無く、高成形性が得られ、S-Sマークの低減を図ることができる。

【0028】なお、成形対象のアルミニウム合金板の組成は、Mgを2.0重量%以上含有するものである。Mg含有量が2.0重量%未満の場合には、液圧パターンが上記範囲内でなくてもS-Sマークが発生することがなく、しかも部材としての強度が低いため、自動車用外板及び内板等の用途に供し得ないからである。

【0029】

【実施例】以下、本発明の実施例について比較例と比較\*

\*として説明する。下記表1に示すMg含有量及び機械的特性を有する3種類のAl-Mg系合金を供試材とし、幅が500mm、長さが800mm、深さが50mmで中央部に凹型形状を有する自動車用フードアウターモデル金型を使用し、防錆油の粘度が4cSt/40℃、歪み速度が $1 \times 10^{-3}$ /秒というS-Sマークが発生しやすい条件下で対向液圧成形法により供試材を成形した。この試験に使用したプレスは複動式油圧プレスであり、その仕様は最大ポンチ荷重が1000トン、最大しわ押さえ荷重が400トン、最大増圧能力が240kg/cm<sup>2</sup>である。

【0030】

【表1】

No	Mg含有量 (重量%)	引張強度 $\sigma_{0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	耐圧 $\sigma_{0.2}$ N/mm <sup>2</sup>	絞り $\delta$ %
1	5.5	290	130	34
2	1.3	170	65	20
3	2.5	190	85	25

【0031】上記条件にて、図1に示す1～5の各液圧パターンにて成形試験を行った結果を下記表2に示す。但し、各液圧パターンは以下のとおりである。

パターン1（実施例）：成形深さ0.8Deまで数式1及び2を満足するようにして液圧を緩やかに連続的に増大させながら、成形し、その後、下死点まで最終液圧Peを保持して成形したパターンである。

パターン2（実施例）：数式1、2に示す範囲内で、成形深さ0.9Deまで液圧を微増させ、液圧の上昇は0.1Peに止め、0.9Deから下死点まで液圧を最終液圧Peまで急激に増加させて成形する。

パターン3（比較例）：ほぼ下死点まで液圧を微増さ

せ、そのまま急激に液圧を増加させながら成形したパターンである。

パターン4（比較例）：成形初期から下死点近傍まで前記数式1、2の範囲内で液圧を微増させ、最終液圧を30kg/cm<sup>2</sup>未満としたパターンである。

パターン5（比較例）：成形深さ0.4Deまで数式1、2にて示す範囲内で液圧を増大させ、その後、成形深さ0.4Deから0.8Deまで液圧を急激に連続して最終液圧Peまで増大させて下死点まで最終液圧を保持して成形したパターンである。

【0032】

【表2】

	No	表1の 合金番号	図1の 液圧パターン	最終液圧 kg/cm <sup>2</sup>	評価			評価
					割れ	S-Sマ-ク	強度	
実 施 例	1	1	1	30	○	○	○	○
	2	1	1	50	○	○	○	○
	3	3	1	30	○	○	○	○
比 較 例	4	1	5	30	×	—	○	×
	5	1	3	30	○	△	○	×
	6	1	4	15	×	—	○	×
	7	2	1	30	△	○	×	×
	8	3	5	30	×	—	○	×
	9	3	4	30	×	—	○	×

【0033】表2において、評価欄に記載の割れは、割れが発生しなかったものを○、割れが発生したものを×とし、S-Sマークは割れが発生していないサンプルにおいて目視で5段階で評価し、S-Sマークの発生が顕著なものを5レベル、S-Sマークの発生が無いものを1レベルとし、1、2レベルを○、3、4レベルを△、5レベルを×として評価した。また、強度は素材強度に

【0034】この表2及び図1から明らかなように、本発明の実施例1～3は、成形品に割れがなく、かつS-Sマークの発生が抑制された良好なものである。

【0035】これに対して、比較例4～9は、液圧パターンが本発明の特許請求の範囲から外れるものであるた

めに、成型品に割れが発生し、又はS-Sマークが発生した。なお、比較例6は、液圧パターンの最終液圧が30kg/cm<sup>2</sup>未満であることにより、割れが発生したものである。

【0036】

【発明の効果】本発明に係るアルミ合金板の対向液圧成形方法によれば、成形品に割れが生じることを防止できると共に、S-Sマークの発生を抑制することができ、2、0重量%以上のMgを含有するアルミニウム合金板を対象として複雑な形状の成形が可能になるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の対向液圧成形方法を説明するグラフ図である。

(72)発明者 佐藤 章仁  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 玉田 健二  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内